

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-314368

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

H03H 9/17
H01L 41/08
H01L 41/22
H03H 3/02

(21)Application number : 2002-052627

(71)Applicant : AGILENT TECHNOLOG INC

(22)Date of filing : 28.02.2002

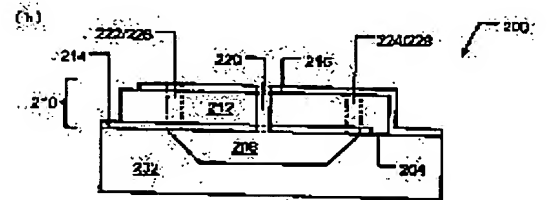
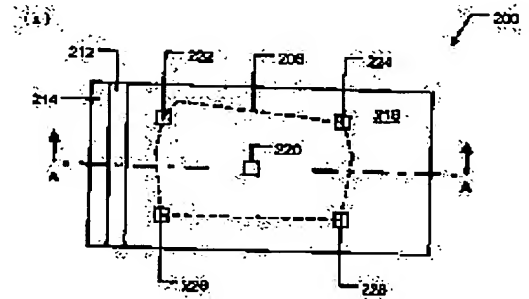
(72)Inventor : RUBY RICHARD C
BRADLEY PAUL
OSHYANSKY YURY
FIGUEROA DOMINGO A

(30)Priority

Priority number : 2001 798496 Priority date : 01.03.2001 Priority country : US

(54) THIN FILM BULK ACOUSTIC RESONATOR AND IMPROVED METHOD FOR FABRICATING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a structure of a thin film bulk acoustic resonator easily fabricated and an improved method for fabricating the thin film bulk acoustic resonator.**SOLUTION:** This method for fabricating an acoustic resonator arranged on a substrate (202) provided with a surface (204) includes a process for etching a depression part (206) on the surface (204), a process for filling the depression part (206) with sacrificial material, a process for forming an acoustic resonator provided with an etch hole (220) on the substrate and a process for subsequently removing the sacrificial material.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-314368
(P2002-314368A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 3 H 9/17		H 0 3 H 9/17	F 5 J 1 0 8
H 0 1 L 41/08		3/02	B
41/22		H 0 1 L 41/08	D
H 0 3 H 3/02		41/22	Z

審査請求 有 請求項の数20 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-52627(P2002-52627)
(22) 出願日 平成14年2月28日(2002. 2. 28)
(31) 優先権主張番号 7 9 8 4 9 6
(32) 優先日 平成13年3月1日(2001. 3. 1)
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 399117121
アジレント・テクノロジーズ・インク
AGILENT TECHNOLOGIE
S, INC.
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
ト ページ・ミル・ロード 395
395 Page Mill Road P
alo Alto, California
U. S. A.

(74) 代理人 100105913
弁理士 加藤 公久

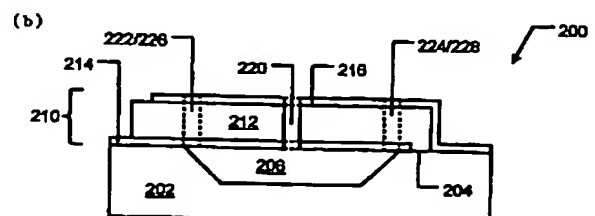
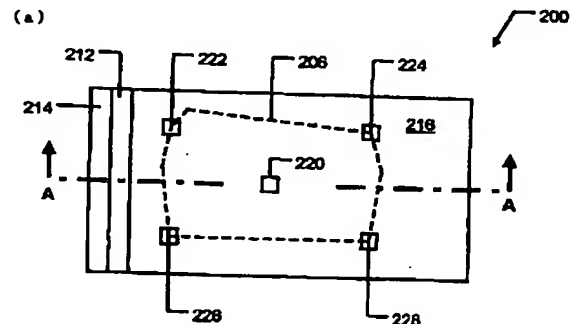
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜バルク音響共振器装置、及びこれを製造するための改良された方法

(57) 【要約】

【課題】製造を容易に行うことのできる薄膜バルク音響共振器の構成及びその製造のための改良された方法を提供すること。

【解決手段】表面(204)を備えた基板(202)上に配置された音響共振器を製造する方法は、表面(204)に凹部(206)をエッチングする工程と、凹部(206)を犠牲材料で充填する工程と、エッチング孔(220)を備えた音響共振器を基板上に形成する工程と、その後犠牲材料を除去する工程とを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】表面上に凹部を備えた基板と、及び、前記基板上に形成されるとともに前記凹部にまたがり、前記凹部へのアクセスを可能にするエッチング孔を備えた音響共振器とを有することを特徴とする装置。

【請求項 2】前記凹部が、前記基板の前記表面上に所定の領域を画定するとともに前記エッチング孔が、前記領域のほぼ中心に位置することを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】前記領域が、多角形としての形状を備え、前記装置が、さらに追加のエッチング孔を備え、前記エッチング孔の 1 つが、多角形の前記領域の選択された頂点に位置することを特徴とする請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】多角形の形状の前記領域が、エッジを備え、前記エッジの 2 つが、他方に対して平行ではないことを特徴とする請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】多角形の形状の前記領域が、頂点を形成する角度を備え、前記頂点の 2 つが、同一の角度を備えていないことを特徴とする請求項 3 に記載の装置。

【請求項 6】前記音響共振器が、薄膜バルク音響共振器であって、2 つの電極間に挟まれた圧電材料を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】表面を備えた基板上に配置された音響共振器を製造する方法において、前記表面に凹部をエッチングし、前記凹部を犠牲材料で充填し、エッチング孔を備えた前記音響共振器を前記基板上に形成し、及び、前記犠牲材料を除去することを含むことを特徴とする方法。

【請求項 8】前記凹部が前記基板上の前記表面に領域を画定し、前記エッチング孔が、前記領域のほぼ中心に配置されることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】前記領域中に多角形の形状を備え、前記装置がさらに、追加のエッチング孔を備え、前記エッチング孔が、多角形の前記領域の選択された頂点のそれぞれに位置することを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】表面上にエッチングチャンネルを形成された凹部を備えた基板と、及び、前記基板上に形成されるとともに前記凹部にまたがり、音響共振器とを有することを特徴とする装置。

【請求項 11】前記音響共振器が、前記凹部へのアクセスを可能にするエッチング孔を備えることを特徴とする請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】前記凹部が、前記表面上に領域を備え、及び、前記エッチング孔が、前記領域のほぼ中央に配置されることを特徴とする請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】前記音響共振器が、前記凹部へのアクセスのための前記エッチングチャンネルの 1 つに整合するエッチング孔を備えることを特徴とする請求項 10 に記

載の装置。

【請求項 14】前記音響共振器が、エッチング孔を備え、前記エッチング孔のそれぞれが、選択されたエッチングチャンネルと整合されていることを特徴とする請求項 10 に記載の装置。

【請求項 15】表面を備えた基板上に配置された音響共振器を製造する方法において、少なくとも 1 つのエッチングチャンネルを備える凹部を前記表面にエッチングして形成し、

10 前記凹部を犠牲材料で充填し、前記基板上に前記音響共振器を形成し、及び、前記犠牲材料を除去することを含むことを特徴とする方法。

【請求項 16】前記音響共振器が、エッチング孔を備えることを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】前記凹部が、前記基板の前記表面に領域を画定し、及び、前記エッチング孔が、ほぼ前記領域の中心に配置されることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

20 【請求項 18】さらに、複数のエッチング孔を形成し、前記エッチング孔のそれぞれが、エッチングチャンネルに整合されていることを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 19】前記凹部が、エッジを備えた多角形の形状の領域を画定し、前記エッジの 2 つが、他方に対して平行ではないことを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

30 【請求項 20】前記凹部が、角度を形成する頂点を備えた多角形の形状の領域を画定し、前記頂点の 2 つが、同一の角度を備えていないことを特徴とする請求項 3 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、音響共振器の技術に関する。さらに詳しくは、本発明は、電子回路におけるフィルタとして使うことができる電子・機械的な共振器に関する。

【0002】

【従来の技術】電子機器のコストと大きさを減少させるというニーズは、より小型な信号フィルタリング部品に対する継続的なニーズにつながっている。薄膜バルク音響共振器 (FBAR) と積層された薄膜バルク波音響共振器及びフィルタ (SBAR) は、これらのニーズを満足させる可能性を持ったフィルタ部品の一つの種類である。簡略のために、これらのフィルタを以後、FBAR と称する。

【0003】FBAR は、薄膜圧電 (PZ) 材料中にバルク縦音波を用いる音響共振器から構成される。図 1 に示される 1 つの簡単な形状の例において、FBAR 100 は、2 つの金属電極 104 と 106 に挟まれた PZ 材

料 102 の層を含んでいる。挟持構造体 100 は、周辺の回りを囲むように空气中に懸架されていることが好ましい。電界が印加される電圧を介してこれらの 2 つの電極 104 と 106 間に発生するとき、PZ 材料 102 は、電気エネルギーのいくらかを波の形の物理的エネルギーに変換する。この波は、電界と同じ方向に伝播し、共振周波数を含むある周波数において電極/空気インターフェースで反射される。共振周波数において、装置 100 は、電子的な共振器として使われるので、装置は、フィルタとして機能できることになる。この技術を用いて、GHz 範囲におけるアプリケーションのために共振器は、直径 100 ミクロン以下、厚さ数ミクロン以下の物理的な大きさを備える。

【0004】FBAR は、基板材料上に集積回路部材を作り上げ又は形成するために共通して使われる付着又は成膜技術を用いて製造される。しかしながら、FBAR の製造処理は、FBAR が空气中に懸架配置する好ましい構成を実現することは、まれな挑戦となる。懸架された FBAR を製造するための技術の 1 つによれば、まず基板上に FBAR を付着させ、次いで FBAR 下方の基板を完全に除去する。これは、図 1 に示されており、FBAR 下方の基板 110 は、FBAR を懸架するために除去されている。しかしながら、FBAR 下方の基板の除去は、FBAR を露出させることになって機械的な一体性に問題が生じる。また、基板の下側をエッチングすることは難しい。

【0005】懸架された FBAR を製造する他の技術は、まず基板の表面上に一時的な支持層膜の付着とパターン化を行うものである。次に、一時的な支持膜の上に FBAR を作り上げる。次いで、アンダーカットエッチングを行って一時的な支持膜を除去する。この技術は、最初の技術（基板除去技術）と同様に、得られた FBAR に機械的な一体性の問題を発生させる。その上、一時的な支持膜の完全な除去は、この一時的な支持膜に均一でないあるいは不完全なエッチングが生じるために困難である。しかも、アンダーカットエッチングは、完全には除去できない廃棄物を残すので、さらに問題を生じる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従って、犠牲材料を効果的に除去して懸架された FBAR を製造するために改良された技術、及び、犠牲材料を効果的に除去できる装置に対するニーズは、依然として存在するのである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述のニーズに対応するものである。本発明の 1 つの特徴によれば、装置は、表面に凹部を備えた基板を有する。基板上には、音響共振器が凹部にまたがって構成され、この音響共振器は、凹部へのアクセスを可能にするためのエッチング孔を備えている。

【0008】本発明の第 2 の特徴によれば、表面に凹部を備えた基板上に音響共振器を作り上げる方法が、開示される。まず、凹部が、表面の上にエッチングされ、犠牲材料を充填される。次に、エッチング孔を備えた音響共振器が、基板上に構成される。最後に、犠牲材料が、除去される。

【0009】本発明の第 3 の特徴によれば、装置は、表面上に凹部を備えた基板を有し、この凹部は、エッチングチャンネルが設けられる。音響共振器が、基板上に作り上げられて凹部をまたぐようにされる。

【0010】本発明の第 4 の特徴によれば、表面を備えた基板上に音響共振器を作り上げる方法が、開示される。まず、凹部が、基板の表面にエッチングして形成され、この凹部は、少なくとも 1 つのエッチングチャンネルを備えるようにされ、犠牲材料によって充填される。次に、基板上に音響共振器が構成される。最終的に、犠牲材料が、除去される。

【0011】本発明の他の特徴及び利点は、本発明の原理を実施形態によって説明している添付の図面と組み合わせられた以下の詳細な記述から明らかになるであろう。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照して本発明の好適実施形態となる薄膜バルク音響共振器装置、及びその製造方法について詳細に説明する。説明のための図面に示されるように、本発明は、基板上に音響共振器（例えば、FBAR）を作り上げる技術に適用される。1 つの実施形態において、凹部が、基板の表面でエッチングして形成され、この凹部には、犠牲材料が充填される。次いで、FBAR が、犠牲材料の上に形成され、この FBAR は、少なくとも 1 つのエッチング孔を備えるようにされる。次いで、犠牲材料が、エッチング孔から除去される。他の実施形態において、凹部は、犠牲材料が除去される少なくとも 1 つのエッチングチャンネルを備える。このエッチングチャンネルは、エッチング孔に整合させられる。

【0013】この技術を用いて構成された FBAR は、従来周知の FBAR に対して利点を備えている。まず、基板は FBAR 下方から完全には除去されないで、FBAR は、保護されるとともに処理中に良好な機械的な支持を受ける。さらに、犠牲材料が、迅速かつ完璧に除去される。このようにして、エッチング液に長時間浸されていることから生じる問題は、最小にされ、犠牲材料の不均一なあるいは不十分なエッチングに係する問題も最小にされる。

【0014】図 2 (a) は、本発明による一実施形態における装置 200 の正面図を説明している。図 2 (b) は、図 2 (a) における A-A 線に沿った装置 200 の側方から見た断面図である。図 2 (a) と図 2 (b) を参照すると、装置 200 は、表面 204 を備えた基板 2

02を有している。基板202は、表面204にエッチングされた凹部206を備えている。図2(a)において、凹部206は、破線を付された多角形によって定められる領域206で示される。多角形の形状の領域206は、凹部206によって画定される領域である。「水泳プール」の如き凹部206の形状は、矩形あるいは直交する形状に限定されない。実際のところ、凹部206によってカバーされる領域206は、どのような多角形であっても良く、例えば、四角形或いは五角形であることができる。1つの好ましい実施形態において、凹部206によって定められる領域206は、エッジと頂点を備えた多角形であって、それにおいてこれらのエッジの2つは、互いに平行とはならない、或いは頂点の2つは、互いに同じ角度を備えていない、もしくはその両方である。

【0015】FBAR210は、凹部206をまたぐように基板202上に形成される。FBAR210は、第1の電極214と第2の電極216間に挟まれた圧電(PZ)材料212の層を有している。FBAR210は、凹部206へのアクセスを可能にするエッチング孔220を備えている。エッチング孔220は、PZ材料212を介して及び電極214と216を介して孔を備えており、これらの孔は、凹部206からFBAR210の表面に延びて配列されエッチング孔220を画定している。1つの実施形態において、エッチング孔220は、凹部206によって定められる領域206のほぼ中心にあり、従って、エッチング孔220は、直径において10ミクロンの次数にあるが、1ミクロン以下から40ミクロン以上にわたることもできる。

【0016】FBARは、エッチング孔222、224、226及び228のような追加のエッチング孔を備えることができる。説明された実施形態において、エッチング孔は、凹部206によって定められる領域206の選択された頂点あるいは角またはその付近に配置される。

【0017】装置200は、基板202の表面204をまずエッチングすることによって作り上げられて凹部206を設ける。1つの実施形態において、凹部206は、深さ約3ミクロン、面積約10,000~30,000平方ミクロンであることができる。これらの値は、異なる材料を用いて、あるいは、これらのあるいは他の因子の組み合わせにおいて異なる大きさの共振器、異なる周波数の共振器を製造するために幅広く変化することができる。基板202は、ケイ素あるいはその他の適切な材料であることができる。次いで、凹部206は、リンシリカガラス(PSG)のような犠牲材料を充填され、基板202の表面204に対して同一平面の滑らかな面を形成するように研磨される。次いで、FBAR210が、現在犠牲材料を充填されている凹の領域206にまたがって基板202の表面204に作り上げられ

る。装置200の部分の製造する技術に関する追加の情報は、Rubyなどに対して2000年5月9日に与えられた米国特許第6,060,818号に見出すことができる。この米国特許第6,060,818号は、以後参照文献とされる。本発明では、FBAR210の層214、212及び216は、少なくとも1つのエッチング孔220を備えるように構成される。その上、FBARは、追加のエッチング孔222、224、226及び228を備えるように作り上げられる。

【0018】最終的に、凹部206内の犠牲材料は、装置200を、例えば、希釈されたフッ化水素酸($H_2O:H F$)のようなエッチング液内に導き入れることによって除去される。エッチング孔220(及び222、224、226及び228のような他のエッチング孔)は、犠牲材料をエッチングする目的のためにエッチング液によって凹部206に対する迅速で完璧なアクセスを可能にする。エッチング液が犠牲材料を溶解すると、廃棄物が、発生する。本発明において、廃棄物は、エッチング孔220及び222、224、226及び228のような他の追加のエッチング孔を介して凹部206から効果的に除去される。

【0019】図3(a)は、本発明による他の実施形態の装置300の平面図を示している。図3(b)は、図3(a)における線B-Bに沿った装置300の側方の断面図である。図3(a)と図3(b)において、装置300は、表面304を備えた基板302を有している。基板302は表面304上にエッチングされた凹部306を有している。図3(a)において、凹部306が、破線を用いて多角形領域306によって示されている。図3(a)に示されている実施形態において、凹部306は、エッチングチャンネル307a、307b、307c、307d、307e、307f、307g及び307hを備えている。単純化のために、エッチングチャンネルは、以後、図3(b)においてまとめて307と称される。図3(a)は、説明のために8つのエッチングチャンネル307を示しているが、チャンネルの数は、8つである必要もないし、8つに限定されることもない。

【0020】FBAR310は、エッチングチャンネル307を含む凹部306にまたがって基板302上に作り上げられる。FBAR310は、第1の電極314と第2の電極316の間に挟まれた圧電(PZ)材料312の層を備えている。FBARは、凹部306へのアクセスを可能にするためのエッチング孔320を備えている。1つの実施形態において、エッチング孔310は、凹部306によって定められた領域306のほぼ中心にあって、エッチング孔320は、直径10ミクロンの次数の大きさであることができる。

【0021】FBAR310は、図3(b)には示されているが図3(a)には示されていないエッチング孔3

10

20

30

40

50

22と324のような追加のエッチング孔を備えることができる。エッチング孔322と324は、エッチングチャンネル307との混同を避けるために図3(a)には示されていない。これは、1つの実施形態において、エッチング孔(322、324あるいは図3(a)あるいは図3(b)には示されていない他のエッチング孔)がエッチングチャンネル307のそれぞれと整合するように作られるためである。

【0022】装置300の製造処理は、図2(a)と図2(b)に示されていてかつ上述したような装置200の製造処理と同じである。しかしながら、凹部306がエッチングされる時、エッチングチャンネル307は、凹部306の一部分としてエッチングされなければならない。従って、犠牲材料はまた、処理において後に除去されるまでエッチングチャンネル307内に付着されている。エッチング孔322、324その他は、エッチングチャンネル307の1つと整合されるように製造されることが好ましい。

【0023】最終的に、凹部306に充填されている犠牲材料は、装置300をエッチング液に導き入れることによって除去される。

【0024】チャンネル307とエッチング孔320(及び322、324その他のような他のエッチング孔)は、犠牲材料をエッチングする目的でエッチング液によって凹部306に迅速かつ完璧にアクセスする可能性を与える。廃棄物は、チャンネル、エッチング孔320及び他の追加のエッチング孔を介して凹部306から効果的に除去される。

【0025】上述したように、本発明は、新規なものであり、現在の技術に利点を与えるものであることは明らかである。本発明は、さらに機械的な音響FBARを作り出し、不均一及び/あるいは不完全な犠牲材料のエッチング、或いはエッチング液への延長された露出又はその両方により生じる問題を最小にする。本発明は特定の実施形態について記述されるとともに図示されたが、本発明は、記述されるとともに図示された特定の形式や部品の配列に限定されるものではない。例えば、本発明は、装置とその基板との間の材料を除去する必要があるSBARあるいは他の装置に適用することができる。当業者によれば、本発明の範囲内で更に様々な変形・変更が可能である。

【0026】以下に添付図面を参照して本発明の好適実施形態について説明すると、本発明は、装置(200)において、表面(204)上に凹部(206)を備えた基板(202)と、及び、前記基板(202)上に作り上げられ又は形成されるとともに前記凹部(206)にまたがり、前記凹部(206)へのアクセスを可能にするエッチング孔(220)を備えた音響共振器とを有する装置(200)を提供する。

【0027】好ましくは、前記凹部(206)が、前記

基板(202)の前記表面(204)上に所定の領域を画定するとともに前記エッチング孔(220)が、前記領域のほぼ中心に位置する。

【0028】好ましくは、前記領域(206)が、多角形としての形状を備え、前記装置(200)が、さらに追加のエッチング孔(222、224)を備え、前記エッチング孔の1つが、多角形の前記領域(206)の選択された頂点に位置する。

【0029】好ましくは、多角形の形状の前記領域(206)が、エッジを備え、前記エッジの2つが、他方に対して平行ではない。

【0030】好ましくは、多角形の形状の前記領域(206)が、頂点を形成する角度を備え、前記頂点の2つが、同一の角度を備えていない。

【0031】好ましくは、前記音響共振器が、薄膜バルク音響共振器(FBAR)であって、2つの電極(214、216)間に挟まれた圧電材料(212)を含む。

【0032】更に本発明は、表面(204)を備えた基板(202)上に配置された音響共振器を製造する方法において、前記表面(204)に凹部(206)をエッチングし、前記凹部(206)を犠牲材料で充填し、エッチング孔(220)を備えた前記音響共振器を前記基板(202)上に作り上げ又は形成し、及び、前記犠牲材料を除去することを含む方法を提供する。

【0033】好ましくは、前記凹部(206)が前記基板(202)上の前記表面(204)に領域(206)を画定し、前記エッチング孔(220)が、前記領域(206)のほぼ中心に配置される。

【0034】好ましくは、前記領域(206)中に多角形の形状を備え、前記装置(200)がさらに、追加のエッチング孔(222、224)を備え、前記エッチング孔が、多角形の前記領域(206)の選択された頂点のそれぞれに位置する。

【0035】更に、本発明は、装置(300)において、表面(304)上にエッチングチャンネル(307)を形成された凹部(306)を備えた基板(302)と、及び、前記基板(302)上に作り上げられ又は形成されるとともに前記凹部(306)にまたがっている音響共振器とを有する装置(300)を提供する。

【0036】好ましくは、前記音響共振器が、前記凹部(306)へのアクセスを可能にするエッチング孔(320)を備える。

【0037】好ましくは、前記凹部(306)が、前記表面(304)上に領域(306)を備え、及び、前記エッチング孔(320)が、前記領域(306)のほぼ中央に配置される。

【0038】好ましくは、前記音響共振器が、前記凹部(306)へのアクセスのための前記エッチングチャンネル(307)の1つに整合するエッチング孔(324)を備える。

【0039】好ましくは、前記音響共振器が、エッチング孔(322、324)を備え、前記エッチング孔のそれぞれが、選択されたエッチングチャンネル(307)と整合される。

【0040】更に、本発明は、表面(304)を備えた基板(302)上に配置された音響共振器を製造する方法において、少なくとも1つのエッチングチャンネル(307)を備える凹部(306)を前記表面(304)にエッチングし、前記凹部(306)を犠牲材料で充填し、前記基板(302)上に前記音響共振器を作り

【0041】好ましくは、前記音響共振器が、エッチング孔(320)を備える。

【0042】好ましくは、前記凹部(306)が、前記基板(302)の前記表面(304)に領域(306)を形成し、及び、前記エッチング孔(320)が、ほぼ前記領域の中心に配置される。

【0043】好ましくは、さらに、複数のエッチング孔(322、324)を作り上げ又は形成し、前記エッチング孔のそれぞれが、エッチングチャンネル(307)に整合されている。

【0044】好ましくは、前記凹部(306)が、エッジを備えた多角形の形状の領域(306)を形成し、前*

*記エッジの2つが、他方に対して平行ではない。

【0045】好ましくは、前記凹部(306)が、角度を形成する頂点を備えた多角形の形状の領域(306)を形成し、前記頂点の2つが、同一の角度を備えていない。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来周知のFBARの断面図である。

【図2】(a)は、本発明の1つの実施形態によるFBARの正面図であり、及び(b)は(a)に示されるFBARの断面図である。

【図3】(a)は、本発明の他の実施形態によるFBARの正面図であり、及び(b)は、(a)に示されるFBARの断面図である。

【符号の説明】

200、300 装置

202、302 基板

204、304 表面

206、306 凹部

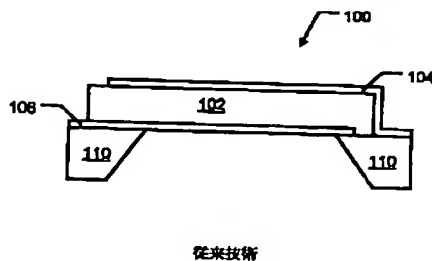
212 圧電材料

214、216 電極

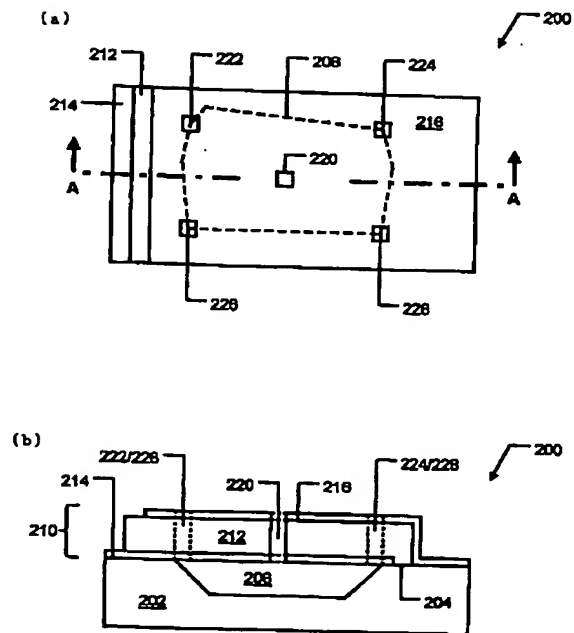
220、222、224、320、322、324 エッチング孔

307 エッチングチャンネル

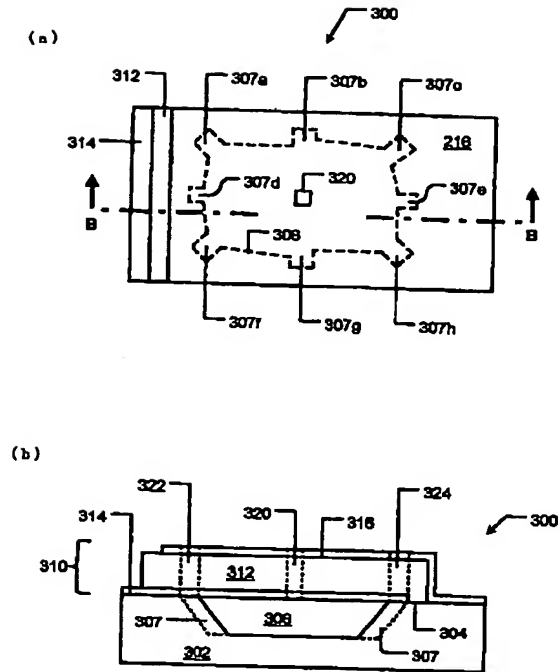
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 リチャード・シー・ルビー
 アメリカ合衆国カリフォルニア州メンロパ
 ーク ナインスアベニュー567
 (72)発明者 ポール・ブラッドリー
 アメリカ合衆国カリフォルニア州マウンテ
 ンビュー アpartmentメント120 ファイエ
 ット・ドライブ2680

(72)発明者 ユリー・オシュムヤンスキー
 アメリカ合衆国カリフォルニア州カマリー
 ロ イースト・ローランド・アベニュー
 1730
 (72)発明者 ドミンゴ・エー・フィグエレド
 アメリカ合衆国カリフォルニア州ユニオン
 シティ カメルウェイ5804

Fターム(参考) 5J108 CC04 CC11 EE03 EE04 EE13
 KK01 KK07 MM08